

CONVOLUTION CODING DATA DECODER

Patent Number: JP6232768
Publication date: 1994-08-19
Inventor(s): TAJIMA MASATO
Applicant(s): TOSHIBA CORP
Requested Patent: ☐ JP6232768
Application Number: JP19930015550 19930202
Priority Number(s):
IPC Classification: H03M13/12
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To improve the decoding accuracy of transmission information data, that is, convolution coding data by generating a syndrome from difference data between re-coding data and reception data as a preprocessing, estimating a line error through the application of the syndrome decoding method and implementing inverse coding at a post-processing.

CONSTITUTION: A simple decoder 110 is used for a 1st decoder and a main decoder 130 is used for a 2nd decoder. An inverse coder G^{-1} is used for the decoder 110 similarly to a conventional decoder, a delay time τ_1 of a delay circuit 140 is set to zero, and the decoder 130 consists of a pre-processing circuit 131, a syndrome decoder 132, and a post-processing circuit 133. The pre-processing circuit 131 generates a corresponding syndrome to difference data between a re-coded data and reception data, that is, input data to the decoder 130, then a line noise (e) is estimated by allowing the pre-processing circuit 131 generates a corresponding syndrome and using the decoder 132 to generate a syndrome with the syndrome decoding method for a convolution code. Then the post-processing circuit 133 applies post-processing to the estimated value (e) to obtain a decoded error after simple decoding.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(43)公開日 平成6年(1994)8月19日

技術表示箇所

8730-5 J

審査請求 未請求 請求項の数 2 OL (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平5-15550

(22)出題日 平成5年(1993)2月2日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 田島 正登

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝小向工場内

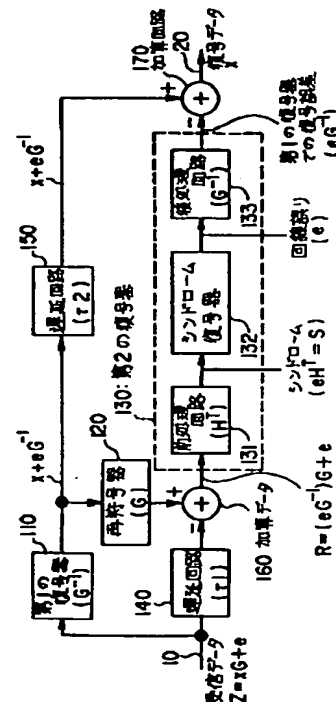
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 畳込み符号化データ復号装置

(57) 【要約】

【目的】この発明の目的は、簡易な構成で所望の復号誤差を最適に復号できる畳込み符号化データ復号装置を提供することにある。

【構成】この発明は、受信した畳込み符号化データより、第1の復号器で送信情報データを推定し、この推定データを送信側と同じ符号器で再符号化した後、この再符号化データと受信データの差分データを第2の復号器へ入力して復号誤差を求め、この復号誤差を前記第1の復号器の出力と合成することにより最終的な復号データを得る畳込み符号化データ復号装置において、前記第2の復号器は、前記差分データからシンドロームを生成する前処理回路と、この前処理回路で生成されたシンドロームから回線誤りを推定するシンドローム復号器と、このシンドローム復号器で得られた回線誤り推定値を前記復号誤差に変換する後処理回路とから構成されることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】受信した畳込み符号化データより、第 1 の復号器で送信情報データを推定し、この推定データを送信側と同じ符号器で再符号化した後、この再符号化データと受信データの差分データを第 2 の復号器へ入力して復号誤差を求め、この復号誤差を前記第 1 の復号器の出力と合成することにより最終的な復号データを得る畳込み符号化データ復号装置において、

前記第 2 の復号器は、

前記差分データからシンドロームを生成する前処理回路と、この前処理回路で生成されたシンドロームから回線誤りを推定するシンドローム復号器と、このシンドローム復号器で得られた回線誤り推定値を前記復号誤差に変換する後処理回路とから構成されることを特徴とする畳込み符号化データ復号装置。

【請求項 2】前記第 1 の復号器は逆符号器であり、前記前処理回路は第 1 の復号器に対応するシンドローム形成器であり、前記後処理回路は逆符号器であることを特徴とする請求項 1 記載の畳込み符号化データ復号装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、畳込み符号化データの復号法として知られるビタビ復号法を実現する畳込み符号化データ復号装置に関する。

【0002】

【従来の技術】周知のように、ビタビ復号法は畳込み符号に対する極めて強力な復号法であるが、一方多くの計算量とメモリ量を必要とすることが欠点になっている。このため、復号器の複雑さを低減するための様々な工夫が行われている。

【0003】このような工夫の一つとして、ビタビ復号器の LSI 化に際し、回路規模や消費電力を軽減させるため、図 2 に示すような SST (Scarce State Transition) 型と呼ばれる方式が提案されている。

【0004】この方式では、まず受信した畳込み符号化データ 10 より、簡易な復号器 110 で送信情報データを推定し、この推定データを送信側と同じ符号器 120 で再符号化する。ここで、第 1 の遅延回路 (遅延時間 τ_1) 140 を用いて受信データと再符号化データとの同期を取り、共に加算回路 160 に送る。

【0005】この加算回路 160 では再符号化データと受信データとの差分を求め、主復号器 130 (通常のビタビ復号器が用いられる) へ入力する。このとき、主復号器 130 への入力は、簡易復号器 110 での復号誤差を送信側と同じ符号器で符号化したものである。したがって、主復号器 130 は復号誤差データを復号する。

【0006】一方、簡易復号器 110 で得られた推定データを第 2 の遅延回路 150 で時間 (τ_2) だけ遅延して復号誤差データとの同期をとり、加算回路 170 で復

号誤差データと合成する。これにより、最終的な復号データ 20 を得ることができる。これが SST 型ビタビ復号器の復号原理である。以下、一般性を失うことなく、符号化率 1/2、拘束長 3 の符号に限定して説明を進める。

【0007】上述の SST 型ビタビ復号器において、最初に受信データから送信情報データを推定する簡易復号器 110 の構成法は特に指定されないが、通常は対象とする畳込み符号の構造に依存して選択される。例えば、一般的な非組織符号：

$$G = (1 + D^3, 1 + D + D^2)$$

の場合 (これは同時に「Quick Look-In 符号」にもなっている)、簡易復号器 110 として、通常は

$$G^{-1} = (1 + D, D)^T$$

の逆符号器が用いられる。

【0008】受信データを $z = xG + e$ と表現した場合 (x は送信情報データ、 e は回線雑音を意味する)、簡易復号器 110 の出力は、

$$zG^{-1} = (xG + e)G^{-1} = x + eG^{-1}$$

である。したがって、再符号器 (G) 120 で得られる再符号化データは、

$$(x + eG^{-1})G = xG + (eG^{-1})G$$

となる。ゆえに、最初の受信データとの差分 (加算回路 160 の出力) R は、

$$R = z + (xG + (eG^{-1})G)$$

$$= (xG + e) + (xG + (eG^{-1})G)$$

$$= (eG^{-1})G + e$$

と表現される。この R は「情報系列 $u = eG^{-1}$ を送信側と同じ符号器 G で畳込み符号化した後、回線雑音として e が加わったもの」と見なされるので、この R を入力とするビタビ復号器 (主復号器) は “ eG^{-1} ” を復号する。したがって、先の推定データ $x + eG^{-1}$ と合成することにより、

$$(x + eG^{-1}) + eG^{-1} = x$$

として、元の情報データ x を復元することができる。

【0009】ところが、実際には「見掛け」の情報系列が $u = eG^{-1}$ であることにより、以下の問題が発生する。

(問題 1) 回線の S/N がよいとき、u の成分はほとんど 0 であり、「どの送信情報系列も同様に確からしい」という仮定が崩れる。

(問題 2) 情報系列と回線雑音は相関を持つ。

【0010】このような問題を解決するには、「復号誤り確率を最小化する」という評価基準の下では従来のメトリック計算が使えず、MAP 法 (事後確率を最大化する推定法) に立ち戻ってメトリックを計算することが必要になる。また、上の例題ではさらに別の困難が発生する。すなわち、時刻 k での u の値が、

$$u_k = e_k^{(1)} + e_{k-1}^{(2)} + e_{k-2}^{(3)}$$

と表現されることから、

【問題 3】 u_i と u_{i+1} は相関を持つ。

ということになり、復号に用いるトレリスの状態は、普通ならば 2 ビット (D^1 の 2 に対応) で表現されるところ、この場合には 3 ビットの表現が必要になる。すなわち、オリジナルの符号トレリスを復号にそのまま適用できないことがわかる。

【0011】このように、主復号器として通常のビタビ復号器を使用する S S T 型ビタビ復号器は、対象とする符号や簡易復号器の選び方によってはただちに適用できない場合がある。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】以上述べたように、従来の畳込み符号化データ復号装置では、回路規模や消費電力を軽減させるために S S T 方式を採用した場合、簡易復号後の復号誤差を推定 (復号) する復号器として既存の回路構成 (通常のビタビ復号器) をそのまま用いることができない場合が有り得る。

【0013】この発明は上記の課題を解決するためになされたもので、簡易な構成で所望の復号誤差を最適に復号でき、これによって送信情報データ (畳込み符号化データ) の復号精度を向上させることのできる畳込み符号化データ復号装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためにこの発明は、受信した畳込み符号化データより、第 1 の復号器で送信情報データを推定し、この推定データを送信側と同じ符号器で再符号化した後、この再符号化データと受信データの差分データを第 2 の復号器へ入力して復号誤差を求め、この復号誤差を前記第 1 の復号器の出力と合成することにより最終的な復号データを得る畳込み符号化データ復号装置において、前記第 2 の復号器が、前記差分データからシンドロームを生成する前処理回路と、この前処理回路で生成されたシンドロームから回線誤りを推定するシンドローム復号器と、このシンドローム復号器で得られた回線誤り推定値を前記復号誤差に変換する後処理回路とから構成されることを特徴とする。

【0015】

【作用】上記構成による畳込み符号化データ復号装置では、前処理として再符号化データと受信データの差分データについてシンドロームを生成し、シンドローム復号法を適用して回線誤りを推定した上で、後処理で逆符号化することで、簡易復号後の復号誤差を求めるようにしている。

【0016】

【実施例】以下、図 1 を参照してこの発明の一実施例を詳細に説明する。但し、図 1 において図 2 と同一部分には同一符号を付して示し、ここでは異なる部分を中心に説明する。

【0017】図 1 において、前記簡易復号器 110 を第

1 の復号器とし、主復号器 130 を第 2 の復号器とする。第 1 の復号器 110 には従来と同様に逆符号器が用いられる。尚、この第 1 の復号器 110 に逆符号器 G^{-1} を使用したときは、遅延回路 140 の τl は $\tau l = 0$ となる。一方、第 2 の復号器 130 は、前処理回路 131、シンドローム復号器 132 及び後処理回路 133 で構成される。

【0018】すなわち、この発明の特徴とするところは、再符号化データと受信データの差分データ (第 2 の復号器 130 への入力データ) に対し、前処理回路 131 により対応するシンドロームを生成し、続いてシンドローム復号器 132 において畳込み符号に対するシンドローム復号法を用いて生成したシンドロームから回線雑音 e を推定し、後処理回路 133 でこの推定値 e に後処理を施すことにより、簡易復号後の復号誤差を得るように回路を構成することにある。

【0019】具体的には、前処理回路 131 としてシンドローム形成器 (H^T) を用い、後処理回路 133 として逆符号器 (G^{-1}) を用いる。この構成の動作を定量的に説明する。

【0020】一般に畳込み符号の生成行列 G には、その双対概念として、シンドローム形成器 H^T が対応している。生成行列 G とシンドローム形成器 (H^T) とは、 $G \cdot H^T = 0$

により結ばれている。ここでは詳細な説明は省略するが、 G より H^T を具体的に求めるには、 G を $G = A \Gamma B$ (A , B は多項式を成分とする可逆行列) と分解 (Γ は G により一意に決定するため、これを「不変因子分解」と呼ぶ) した後、 B の逆行列 B^{-1} の一部分を取り出せばよい。例えば、

$$G = (1 + D^2, 1 + D + D^2)$$

の場合には、

$$H^T = (1 + D + D^2, 1 + D^2)^T$$

と求める。

【0021】ここで、再び第 2 の復号器 130 への入力データ

$$R = (e \cdot G^{-1}) G + e$$

に注目する。この入力に対し、前処理として H^T を作用させると、

$$R H^T = (e \cdot G^{-1}) G H^T + e H^T$$

となるが、 H^T の性質により、 $G H^T = 0$ であり、また $e H^T$ はシンドローム (以下、 s と記す) と呼ばれる量になっているから、前処理後のデータはシンドローム s である。したがって、このシンドローム s に対し、シンドローム復号法を適用すれば、通信回線での雑音 e を推定することができる。

【0022】尚、このようなシンドロームに基づく畳込み符号の復号法は、例えば、文献 (J.P.M. Schalkwijk et al. : Syndrome Decoding of Binary Rate-1/2 Convolutional Codes, IEEE Trans. Commun., Vol.COM-24, N

o.9, pp.977-985, 1976) にその詳細が説明されている。

【0023】また、この復号法の具体的な計算法はビタビ復号法のそれと極めて類似しており、シンドローム形成器のトレリス構造を使用して実現される。したがって、その復号の複雑さは従来のビタビ復号法と基本的に同一であることが知られている。

【0024】次に、このようにして得られた回線雑音の推定値 e に対し、後処理として、 G の逆行列 G^{-1} を施せば、 $e G^{-1}$ により簡易復号後の復号誤差の推定値 $e G^{-1}$ を得ることができる。

【0025】このように、従来の SST 型ビタビ復号器で、第2の復号器 130 への入力データ：

$$R = (e G^{-1}) G + e$$

に対し、

(1) H^T を作用させる。

(2) シンドローム復号法を適用する。

(3) G^{-1} を作用させる。

の操作を順次施すことにより、所望の（簡易復号後の）復号誤差の推定値を得ることができる。この復号誤差の推定値を加算回路 170 で簡易復号データに加算することにより、最終的な情報データ x を得ることができる。

【0026】したがって、上記構成による復号装置は、SST 型ビタビ復号器の主復号器に相当する第2の復号器 130 への入力データに関し、

(1) 回線の S/N がよいとき、「どの送信情報系列も同様に確からしい」という仮定が崩れる。

(2) 「見掛け」の情報系列と回線雑音は相関を持つ。

(3) 「見掛け」の情報系列 u の成分 u_i は互いに相関を持つ。

という状況を原理的に回避することができ、所望の復号誤差を正しく推定することができる回路を実現できる。

【0027】仮に、もし従来の SST 型ビタビ復号器のように、主復号器に通常のビタビ復号器を用いたとする

と、上記 (1)～(3) 等の性質により、「復号誤り確率を最小にする」という評価基準の下で、最適な復号誤差を与える保証はない。これに対し、この発明では、最初に H^T を施すことにより、 $(e G^{-1}) G$ の項を消去してシンドローム s のみを取り出し、このシンドローム s に対して通常のシンドローム復号法を適用しているため、上述のような不具合に遭遇することなく、最適に回線雑音 e を推定することができる。

【0028】また、 H^T 及び G^{-1} に対応する操作はシフトレジスタを用いて容易に構成できることから、復号操作： $(H^T \cdot \text{シンドローム復号} \cdot G^{-1})$ の複雑さは従来のビタビ復号の操作に比較してほぼ同程度と考えてよい。こと意味からも、この発明に基づく回路構成の有用性が裏付けられる。尚、この発明は上記実施例に限定されるものではなく、その他、この発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形しても、同様に実施可能である。

【0029】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、簡易な構成で所望の復号誤差を最適に復号でき、これによって送信情報データ（畳込み符号化データ）の復号精度を向上させることのできる畳込み符号化データ復号装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

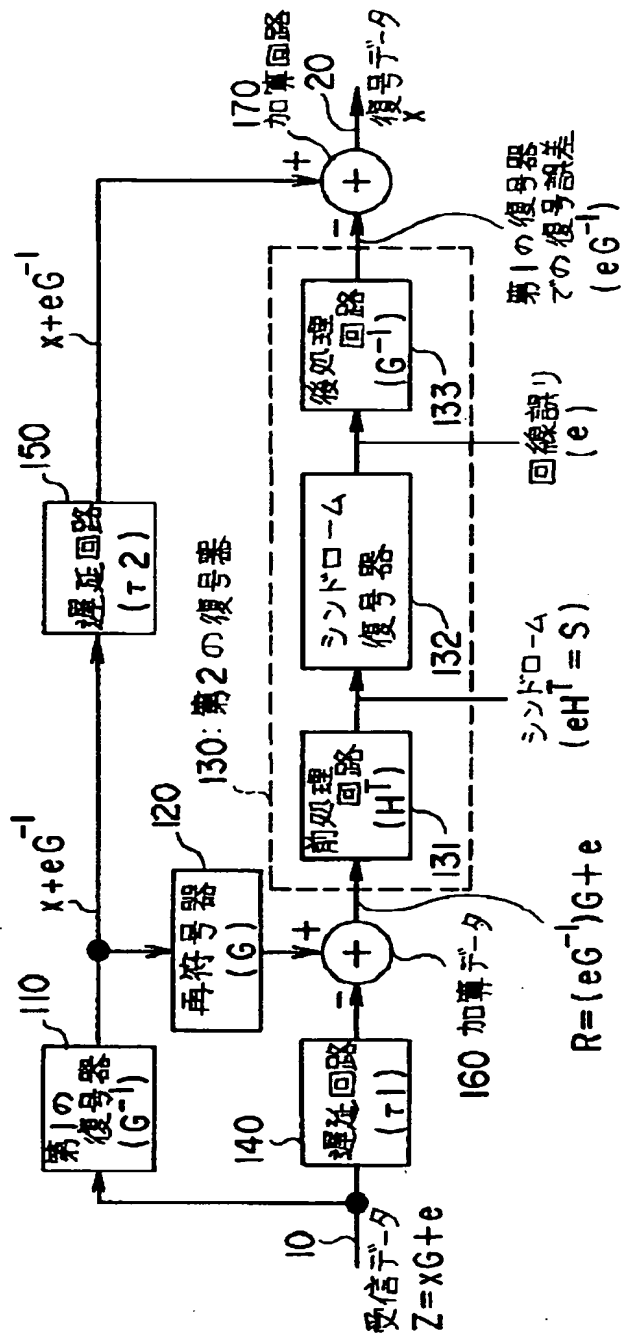
【図1】この発明に係る畳込み符号化データ復号装置の一実施例を示すブロック回路図。

【図2】従来の SST 型ビタビ復号器の構成を示すブロック回路図。

【符号の説明】

10…SST 型ビタビ復号器入力データ、20…復号データ、110…簡易復号器（第1の復号器）、120…再符号器、130…主復号器（第2の復号器）、140、150…遅延回路、160、170…加算回路、131…シンドローム形成器（前処理回路）、132…シンドローム復号器、133…逆符号器（後処理回路）。

【図1】



【図2】

